Tome 7 N° 2 - 1958

PHYTIATRIE PHYTOPHARMACIE

N S P
R A M
M M

Revue Trimestrielle
JUIN 1958
PRIX : 500 frs

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
5 AUG 1958

PHYTIATRIE - PHYTOPHARMACIE

Revue Scientifique Trimestrielle publiée par la Société Française de Phytiatrie et de Phytopharmacie

COMITÉ DE RÉDACTION

Secrétaire : M. G. VIEL, Directeur au Laboratoire de Phytopharmacie, 6, rue des Caves, Sèvres (S.-et-O.).

Membres : MM. A. CHOMETTE, Ingénieur-Chimiste, Docteur-ès-Sciences.
P. DUMAS, Chef du Service de la Protection des Végétaux.
le Professeur R. FABRE, Membre de l'Académie des Sciences, Doyen de la Faculté de Pharmacie.
P. LIMASSET, Professeur de Botanique et de Pathologie Végétale à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier.
H. RENAUD, Ingénieur Agronome, Membre du Comité d'Etude Phytosanitaires.
R. RÉGNIER, Docteur-ès-Sciences, Directeur de Recherches à l'I.N.R.A.
B. TROUVELOT, Docteur-ès-Sciences, Directeur Central de Recherches de Zoologie Agricole à l'I.N.R.A.
C. VEZIN, Inspecteur Général de l'Agriculture, Président du Comité d'Etudes des Produits Antiparasitaires Agricoles.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYTIATRIE ET DE PHYTOPHARMACIE

Siège Social : 57, boulevard Lannes, PARIS (XVI[e])

Tél. TRO. 12-34 C.C.P. Paris 8204-03

Président : M. Ch. VEZIN, Inspecteur Général de l'Agriculture

Secrétaire Général : M. R. RENAUD, Ingénieur Agronome

Tome 7 N° 2 — 1958

PHYTIATRIE-PHYTOPHARMACIE

Revue française de Médecine et de Pharmacie des Végétaux

SOMMAIRE

G. VIEL et M^me^ GIBAN. — *Contribution à l'étude de la rétention du dibrométhane dans les sols* 61

G. VIEL et M^lle^ CHANCOGNE. — *Essais d'insecticides sur Ceratitis capitata dans un verger de pêchers* 67

M. RITTER. — *Essais préliminaires d'utilisation pratique de la chloropicrine dans la lutte contre l'Anguillule des racines,* Meloidogyne incognita *en culture maraîchère* 73

E. KNUSLI. — *Nouvelles recherches sur les desherbants à base de triazine* 81

Informations 93

G. VIEL et Mme J. GIBAN, *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 7, 61-66, 1958.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA RETENTION DU DIBROMETHANE DANS LES SOLS

par G. VIEL et Mme J. GIBAN

Le dibrométhane est retenu pendant plusieurs semaines dans des sols de différents types. Après 8 à 9 semaines, de mars à mai, pour des températures du sol inférieures à 15° il reste encore environ 1 mg de produit par kg de terre.

Le fumigant diffuse lentement autour du point d'injection, la concentration restant plus élevée au voisinage de ce point.

La croissance de tomates en pots est retardée par des injections de dibrométhane assurant une distribution assez régulière de 0,2 mg au cm². Cette dose est supérieure à la quantité moyenne retrouvée dans les sols. Mais les doses dangereuses pour des plantes sensibles, telles que certaines variétés d'œillets, peuvent vraisemblablement être atteintes par place dans une parcelle traitée.

Il est couramment admis que le dibrométhane injecté dans les sols pour détruire les nématodes s'élimine assez rapidement en deux à trois semaines surtout si on prend soin d'aérer la terre quelques temps après l'application par une façon superficielle.

Or des accidents sur œillets ont été observés après certaines applications dans la région méditerranéenne, à des doses moyennes rapportées à l'unité de surface de sol réellement traité difficiles à préciser.

Des effets défavorables de ce produit sur la croissance d'orangers plantés 6 semaines après une application à forte dose ont été étudiés par MARTIN et col. (1).

On a signalé dans le même ordre d'idées les effets nuisibles du bromure de méthyle (3).

Certains dérivés bromés aliphatiques paraissent donc dangereux pour des plantes sensibles s'ils persistent en quantité suffisante dans les sols au moment de la culture.

Ces remarques nous ont incités à suivre la disparition du dibrométhane de différents types de sols qui se rencontrent dans la région d'Antibes (A.-M.) où les cultures d'œillets sont courantes.

TENEUR DES SOLS EN DIBROMÉTHANE :

Nous avons choisi quatre types de sols de la région antiboise.*

1) argilo siliceux.
2) terres rouges,
3) terres blanches (calcaires),
4) terres brunes argilo-calcaires compactes.

L'analyse physique effectuée à la Station d'agronomie d'Antibes montre que ces terres à l'exception de la seconde sont argileuses.

Nous avons délimité une parcelle de 30 m² de chacun de ces sols. Le traitement a été fait au pal injecteur, les points d'injection étaient disposés en quinconce et espacés de 30 cm ; la profondeur d'injection était de 20 cm. Le produit utilisé était une spécialité titrant 50 pour cent de dibrométhane en poids dilué avec un solvant assez lourd. La dose d'emploi un peu supérieure à celle qui est préconisée 1,5 kg à l'are était de 2 kg de dibrométhane à l'are.

Le traitement a eu lieu les 1 et 2 mars 1956. La température du sol a été enregistrée dans une des situations pendant toute la durée de l'expérience. L'évolution de la température maxima se présente ainsi :

8 à 10° du 3 au 21 mars
11 à 13° du 22 mars au 3 avril
14 à 15° du 4 au 22 avril avec quelques pointes à 18°5
18 à 20° du 23 avril au 3 mai.

Le 16 mars soit deux semaines après le traitement la moitié de chaque parcelle a été retournée à la bêche.

Des prélèvements de terre ont été effectués environ toutes les semaines au moyen d'une sonde et pour deux profondeurs 0-15 cm, 15-30 cm. Chaque échantillon analysé était composé de 5 prélèvements de terre faits au hasard dans les parcelles, placés dans des flacons ou des pots hermétiquement fermés et lutés avec de la paraffine.

Les analyses dont les résultats sont rapportés dans le tableau I ont porté sur le brome du dibrométhane. La microméthode utilisée a été exposée par ailleurs. Elle repose sur la colorimétrie de la tétrabromophénolsulfonephtaléine (2).

Nous avons encore dans plusieurs cas, dosé le brome soluble dans l'eau acétique après distillation du dibrométhane. Les quantités trouvées même plusieurs semaines après le traitement ne dépassaient pas la sensibilité de la méthode.

* Nous remercions bien vivement M. Drouineau, Directeur de la Station d'Agronomie d'Antibes qui nous a conseillé dans ce choix, et qui a effectué l'analyse physique des quatre sols, et les horticulteurs qui nous ont laissé expérimenter sur leur terrain.

Tableau I

Quantités de dibrométhane en mg/kg de terre aux dates de prélèvements et pour des délais entre traitement et prélèvement de :

Nature des prélèvements			3 Mars	10 Mars	17 Mars	27 Mars	13 Avril	26 Avril	5 Mai
Terre		Profondeur cm	2 jours	9 jours	16 jours	26 jours	43 jours	56 jours	65 jours
n° 1	non lab.	15-30	15		1,87	1,5	0,93	1,3	
		0-15	8,2		1,05	1,75	1,3	2	
	lab.	15-30				4,1	1,4	1,17	
		0-15				1,64	1,5	0,82	
n° 2	non lab.	15-30	6,9	5,8	1,4	1,17	2,3		1,4
« terre rouge »		0-15	1,9	1,7	0,93	1,17	1,17		1,5
	lab.	15-30				2,1	2,3 env.		0,7
		0-15				1,5	1,5 env.		0,7
n° 3	non lab.	15-30	6,1		0,47	0,67	0,93		0,82
« terre blanche »		0-15	2,7	0,82	0,47	0,67	0,7		0,76
	lab.	15-30					0,82		0,81
		0-15					0,7		1,17
n° 4	non lab.	15-30	1,87	0,93	4,7	0,7	1,17		1,12
« terre brune »		0-15	1,52	0,54	1,4	0,82	1,87		0,89
	lab.	15-30				0,7	0,82		0,85
		0-15				0,7	0,93		0,73

Les prélèvements tels que nous avons pu les effectuer ne permettent pas d'obtenir la teneur moyenne précise en dibrométhane de la terre des parcelles traitées. Si, en conséquence, on ne peut suivre de façon rigoureuse la disparition du produit en fonction du temps il est cependant possible par l'examen des résultats obtenus de faire plusieurs constatations.

1°) On note une diminution très nette de la teneur en dibrométhane dans les deux semaines qui suivent l'application et ceci malgré une température assez basse de l'ordre de 10°. Par exemple à la fin de la première quinzaine la teneur de la terre n° 1 en ce produit s'abaisse au 1/10 de sa valeur primitive.

2°) A partir du niveau atteint après 10 à 15 jours le produit s'élimine beaucoup plus lentement, et le labour de la terre n'a pas eu dans nos essais un effet suffisamment notable pour être mis en évidence dans les conditions des prélèvements et des analyses.

Après deux mois il reste encore dans les sols en moyenne 0,8 à 1,4 mg/kg de dibrométhane.

3°) Toujours, sous la réserve de la précision de l'expérience, il n'est pas possible de mettre en évidence de nettes différences de teneur des quatre types de sols. Notons cependant que les terres blanches très calcaires paraissent retenir un peu moins le dibrométhane que les autres.

Le fait essentiel qui se dégage de cette expérience est que dans des terres traitées au début de mars avec une spécialité courante à 50 p. cent de dibrométhane, il peut rester deux mois plus tard de petites quantités du produit halogèné.

Répartition du dibrométhane dans le sol autour du point d'injection

L'expérience suivante avait pour objet de suivre la répartition du dibrométhane autour d'un point d'injection et au cours du temps.

Nous avons procédé à une seule injection du produit précédemment utilisé et nous avons suivi par analyse de prélèvements de terre, la concentration en dibrométhane dans les jours qui suivent l'application. Les prélèvements, au nombre de quatre, de la terre entre 0 et 25 cm de profondeur, étaient effectués en des points diamétralement opposés situés deux par deux sur des circonférences centrées sur le point d'injection et de 15 et 30 cm de rayon.

Les résultats sont présentés dans le tableau II.

TABLEAU II

Répartition du dibrométhane dans le sol autour d'un point d'injection

quantité injectée 3,8 cm³ *Date : 20 mai 1957*

Quantités de dibrométhane en mg/kg de terre après des durées entre traitement et prélèvement de :

Dist. du point d'injection		0	6 h	1 jour	2 jours	4 j.	8 j.	15 j.	21 j.	28 j.
30 cm	1	traces *	traces	traces	0	0,32	0,321	0,64	0,29	traces
	2	—	0,7	0	0	0,22	0,54	0,82	0,47	traces
15 cm	1	traces	traces	0,7	1,64	3,15	5,15	1,05	1,17	0,93
	2	0,58	0,36	0,23	1,75	3,04	5	1,05	1,29	0,77

* à la limite de sensibilité du dosage soit 0,17.

On peut voir à la lecture de ce tableau que les premiers prélèvements aux deux extrémités d'un diamètre peuvent différer notablement. Ce fait s'explique par la construction même du pal qui injecte le produit dans une direction privilégiée.

Après deux jours la répartition est plus régulière. La teneur en dibrométhane augmente par la suite, jusqu'au 8^{me} jour à 15 cm, jusqu'au 15^{me} jour à 30 cm, puis va en décroissant. La disparition est plus rapide à 30 cm qu'à 15.

Dans ce cas particulier le fumigant a pratiquement disparu à 15 et 30 cm après 6 semaines. Mais il n'en est pas toujours ainsi, car dans un autre essai fait dans les mêmes conditions mais à dose

double, l'analyse indiquait encore à la 6me semaine 0,28 et 0,61 mg/kg de dibrométhane dans la terre.

Dans les deux cas après 3 mois et demi il ne nous a pas été possible de retrouver du dibrométhane.

Effet de petites quantités de dibrométhane présentes dans un sol sur la croissance des tomates :

Nous avons montré que de petites quantités de dibrométhane (de l'ordre de 1 mg/kg) pouvaient encore exister dans les sols au moment des plantations. Dans l'expérience suivante nous avons recherché l'influence de petites doses sur la croissance de plants de tomates : (dose correspondante à celle retrouvée dans les sols et dix fois cette dose).

La croissance des plantes est très nettement ralentie à la dose 10, et la dose simple paraît sans effet dans les conditions de notre expérience ainsi qu'il ressort des mesures rapportées dans le tableau III.

TABLEAU III

Effet de petites doses de dibrométhane sur la croissance des tomates

Quantité de D.B.E.	Hauteur moyenne (cm) des plantes de tomates après :	
	10 jours	19 jours
Témoin	22,4	32,6
D.B.E. 0,02 mg/cm³	25	34,7
D.B.E. 0,2 mg/cm³	18	23,6

Pour des quantités de dibrométhane pouvant rester en moyenne dans les sols dans les conditions du traitement, nous ne décelons pas d'effet phytocide sur la tomate. Ces effets sont nets pour une dose décuple. Or il semble bien que l'œillet, au moins pour certaines variétés, est une plante plus sensible que la tomate.

Par ailleurs si le sol au moment du traitement n'a pas été convenablement retourné la concentration dans la terre au point d'injection sera plus élevée que la valeur moyenne. L'écart entre la dose tolérée et la dose dangereuse est trop faible et dans une parcelle il pourra exister des zones où, par suite d'une concentration au dessus de la moyenne, des dégâts sur les plantes se produiront. Les risques sont encore augmentés par l'application de doses plus élevées que celles qui sont recommandées, ou par un traitement irrégulier.

L'emploi du dibrométhane pour le traitement nématicide des sols à œillets, n'a pas nécessairement des conséquences fâcheuses, mais en raison de la rétention du produit par les sols dans les condi-

tions du traitement, il serait nécessaire d'allonger les délais séparant traitement et plantation. Même ainsi l'application comporte encore quelques risques pour que ce produit ne soit pas à conseiller dans ce cas particulier.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) J.P. Martin, G.K. Helmkamp et J.O. Erwin — Effect of bromide from a soil fumigant and from $CaBr_2$ on grouth and chemical composition of citrus plants, *Soil Science Society of Am. Proceedings.* 20, 209-212, 1956.

(2) Viel G. et Gusse J.F. — Microméthode d'analyse du dibrométhane dans les fruits et les terres. *Ann. Epiph.* 165-170, 1957.

(3) Williamson C.E. — Methyl bromide injury to carnations. *Bul. N. Y. St Flowers Grs* 100, 4, 1953 ; — Methyl bromide injury to some ornemental plants, *An. Meet. of. Ann. Phyt. Soc.* 1953, résumé dans *Phytopat* 43, 489 1953.

Institut National de la Recherche Agronomique (I.N.R.A.). Laboratoire de Phytopharmacie, 6, rue des Caves, Sèvres (S.-et-O.).

Note reçue le 16 octobre 1957.

G. VIEL et Mlle CHANCOGNE, *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 7, 67-72, 1958

ESSAIS D'INSECTICIDES SUR CERATITIS CAPITATA DANS UN VERGER DE PÊCHERS

par G. VIEL et Mlle CHANCOGNE

(avec la collaboration technique de MM. DATHEE et DESTRUEL)

L'efficacité de quatre produits D.D.T., dipterex (nom commercial), malathion et parathion sur *Ceratitis capitata* a été étudiée dans un verger de pêchers, en utilisant l'infestation artificielle contrôlée. L'action résultant du contact de l'insecte avec les films de D.D.T. déposés sur les fruits est inférieure à celle qu'on observe avec les autres produits examinés.

Le parathion et un peu moins actif que les deux autres.

La persistance d'action a été faible dans l'ensemble. Le D.D.T. qui doit être appliqué à dose assez élevée manifeste une action faible et lente mais paraissant disparaître un peu moins vite que celle des autres produits.

INTRODUCTION

De nombreux essais ont été déjà réalisés au verger sur *Ceratitis Capitata*. En général, ils sont faits à la faveur d'une infestation naturelle de l'insecte, c'est-à-dire que les traitements sont effectués sur des arbres contaminés d'une façon très hétérogène, que l'on considère le nombre des insectes, ou leur stade de développement. De ce fait, les résultats obtenus manquent souvent de précision, et leur interprétation s'avère difficile. Afin de parer dans une aussi large mesure que possible à ces inconvénients, nous avons décidé d'opérer avec des contaminations artificielles, à une époque et dans un verger où l'infestation naturelle était pratiquement nulle. Nous nous sommes proposé d'étudier le pouvoir de pénétration, l'efficacité et la persistance de quatre produits à base de D.D.T., parathion, dipterex * et malathion. L'effet de ces préparations devait être apprécié à la fois par l'évaluation de la mortalité des insectes mis au contact des fruits et du feuillage traités et par la détermination du pourcentage de fruits contaminés et du nombre de larves qu'ils contenaient.

* Dipterex est le nom commercial sous lequel est connu le trichlorohydroxyéthylphosphonate de diméthyle.

Les mouches n'ont pas été soumises à l'action directe de la pulvérisation.

DESCRIPTION DE L'ESSAI :

1°) *Produits employés :* quatre préparations ont été utilisées en émulsion aux doses suivantes :

Un produit à 25 p. cent de D.D.T. employé à 100 et 200 g de M.A. à l'hl
Un produit à 10 p. cent de parathion employé à 20 et 30 g de M.A. à l'hl
Un produit à 50 p. cent de dipterex employé à 50 et 100 g de M.A. à l'hl
Un produit à 50 p. cent de malathion employé à 75 et 125 g de M.A. à l'hl.

A chaque concentration, on a traité 5 arbres et contaminé 2 ou 4 fruits par arbre. Un arbre recevait environ 2 litres de bouillie.

2°) *Verger.* Les essais ont été faits dans un verger de pêchers âgés de 7 ans de la variété Amsden. Le verger était situé à Montfavet * près d'Avignon. Les arbres traités étaient répartis au hasard à l'intérieur d'une parcelle rectangulaire comprenant 100 arbres.

3°) *Contamination.* - Un fruit et des feuilles ont été choisis à l'extrémité de branches présentant autant que possible la même orientation pour les différents arbres. Ils étaient entourés d'un sac de mousseline dans lequel trois couples de mouches âgées de 5 à 15 jours étaient emprisonnés.

4°) *Contrôle.* -

a) Contrôle des mortalités. Les insectes ont été laissés 48 heures au contact des parties traitées, les mortalités ont été vérifiées après 1 h, 2 h, 17 h, 24 h, et 48 heures.

b) Contrôle de l'infestation des fruits. On a déterminé le pourcentage des fruits contaminés et le nombre de larves qu'ils contenaient.

DATES DES DIFFÉRENTES OPÉRATIONS :

En année normale, les pêches de la variété Amsden arrivent à maturité à Montfavet aux environs du 20 juin. Le traitement a été fait le 5 juin, soit 15 jours avant la date présumée de la récolte. Afin de vérifier si les produits pouvaient avoir, par pénétration, un effet sur les pontes ou les larves nouvellement écloses, il a été procédé à 2 contaminations avant le traitement, la première du 28 au 30 mai, 7 jours avant le traitement; la seconde du 2 au 4 juin, 2 jours avant le traitement; les arbres ont ensuite été contaminés le jour du traitement. Enfin, 2 autres contaminations ont été faites pour étudier la persistance des produits employés, l'une du 7 au 9

* Nous remercions vivement M. FERON et M. GUENNELON (Station de Zoologie du Sud-Est) de nous avoir grandement facilité la tâche tant par leur accueil que par leurs conseils.

juin, 2 jours après le traitement; l'autre du 12 au 14 juin, 7 jours après le traitement.

Les fruits contaminés ont été cueillis entre le 13 et le 17 juin. La récolte normale du verger a commencé le 19 juin. Les pêches en expérience ont été contrôlées entre le 15 et le 22 juin.

Les températures moyennes pendant cette période ont varié entre 15 et 20°. D'abondantes pluies, (95 mm) sont tombées du 9 au 14 juin, entre la fin de la quatrième et la fin de la cinquième contamination.

RÉSULTATS :

Les résultats comprennent :

1°) les mortalités des insectes sur les arbres contaminés le jour de la pulvérisation (temps 0) et 2 à 7 jours après le traitement (temps + 2 et + 7).

2°) le pourcentage des fruits infestés lors des différents traitements, aux temps − 7 − 2 · 0 + 2 et + 7.

3°) Le nombre de larves vivantes trouvées dans les fruits contaminés.

Ces résultats sont résumés dans les tableaux I et II, III.

TABLEAU I

Pourcentages moyens de mouches mortes

Délai entre traitement et contamination	0		+ 2				+ 7			
Dose	faible		faible		forte		faible		forte	
Temps de contact sur les végét. traités	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
D.D.T.	34	—	6,6	23,8	6,6	39,9	—	—	2,1	6,6
Parathion ..	91,1	—	7,5	24,6	19,9	21,6	—	—	—	—
Dipterex	96,0	—	13,5	28,7	38,3	60	6,6	12,4	0	15
Malathion ..	91,1	—	32,5	55	61,8	81,3	5	5	2,1	6
Témoin	35	—	6,6	11,6			0	6,6		

TABLEAU II

Pourcentages moyens de fruits infestés

Délai entre traitement et contamination	7	− 2	0		+ 2		+ 7	
Dose	faible	faible	faible	forte	faible	forte	faible	forte
D.D.T.	—	85	79	55	73	37	—	80
Parathion	60	89	60	—	66	50	—	—
Dipterex	50	79	39	—	36	33	87	60
Malathion	63	85	40	—	50	10	80	62
Témoin	Contamination irrégulière	—	80		89		70	

TABLEAU III

Nombre de larves vivantes sur 20 fruits contaminés

Délai entre traitement et contamination	— 7	— 2	0		+ 2		+ 7	
Dose	faible	faible	faible	forte	faible	forte	faible	forte
D.D.T.	—	725	487	250	212	90	—	225
Parathion ...	196	389	249	—	210	124	—	—
Dipterex	168	312	154	—	125	22	324	91
Malathion ...	333	569	152	—	223	18	112	168
Témoin	—	—	530	—	—	328	94	—

L'analyse des résultats a été faite par M. ARNOUX du Laboratoire de Biométrie de l'I.N.R.A. Elle a porté sur les mortalités des mouches après 24 h. de contact aux temps 0 et + 2 et sur le nombre des larves contenues dans les fruits aux temps − 2 0 et + 2. L'examen des analyses et des moyennes observées conduit aux observations suivantes :

1°) Le temps écoulé entre le traitement et la contamination dans le cas de la dose faible a un effet très hautement significatif sur le taux des mortalités, non significatif sur le nombre de larves dans les fruits.

2°) Il n'a pas été trouvé de différence significative entre les mortalités des mouches lorsque les doses varient, dans le cas de l'infestation réalisée 48 heures après le traitement.

3°) Effet des produits : Les analyses fournissent d'abord le test pour l'ensemble des 3 degrés de liberté correspondant aux quatre produits et ensuite les tests séparés des 3 contrastes définis par les groupes suivants déterminés suivant la composition chimique des produits utilisés D.D.T. - Parathion, Dipterex et malathion ; Parathion - dipterex et malathion ; Dipterex - malathion.

L'effet global des traitements est toujours très hautement significatif sur les mortalités et peu ou pas significatif sur les larves. En ce qui concerne les tests des divers contrastes considérés individuellement, le D.D.T. provoque une mortalité significativement moins élevée que les 3 autres produits à dose faible, aussi bien pour l'infestation réalisée immédiatement après le traitement que pour celle faite 48 h. après. Les autres contrastes (entre parathion, dipterex, malathion) n'entraînent pas de différences significatives dans la première analyse (doses faibles pour différents délais). Dans la deuxième analyse où interviennent les doses fortes, ces contrastes sont au contraire significatifs , les 3 produits se différenciant alors les uns des autres.

CONCLUSION

De l'ensemble de ce travail, on peut dégager les conclusions suivantes :

1°) En ce qui concerne la mortalité des mouches, le malathion et le dipterex d'abord, le parathion ensuite sont très supérieurs au D.D.T. du point de vue de l'efficacité immédiate.

La dose de 200 g/hl de D.D.T. est nettement insuffisante et devrait être sensiblement augmentée.

Les mortalités des mouches immédiatement après l'application et après 48 h. de contact n'ont pas été indiquées dans les tableaux précédents en raison de la trop grande imprécision des valeurs obtenues par suite d'une importante mortalité des témoins.

On peut cependant supposer que les mortalités sont pour la forte dose de D.D.T. un peu supérieures à 39, pour le parathion au-dessus de 79, pour le dipterex et le malathion assez voisines de 100.

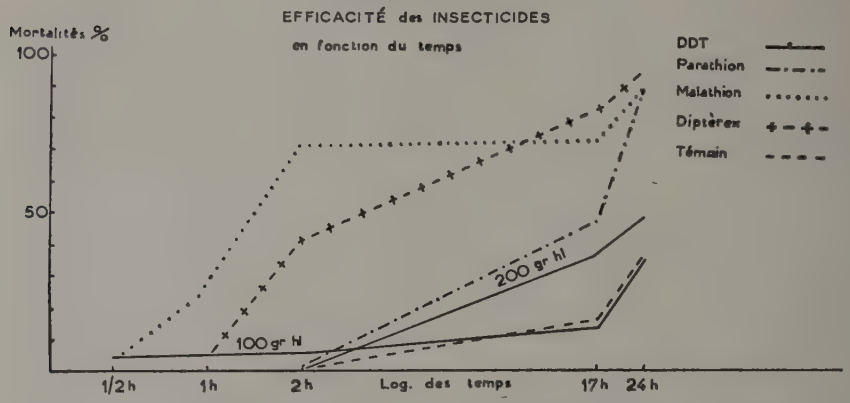
La perte d'efficacité dans les 48 heures qui suivent le traitement semblerait donc un peu moindre pour le D.D.T. à 200 g qui maintient une mortalité de 33 que pour les trois autres produits, surtout pour le parathion.

Tous les produits ont été inefficaces sur les infestations au 7^{me} jour suivant l'application, mais entre temps les dépôts avaient été lessivés par les importantes chutes de pluie 45 mm survenues à partir du 4^{me} jour. Compte tenu de ces observations et de la stabilité relative reconnue au D.D.T., on peut conclure que le D.D.T. a une action faible et lente, mais plus persistante que celle des insecticides phosphorés étudiés, en particulier que celle du parathion. On peut donc penser, sous réserve de vérification, que si dans un verger les réinfestations provenaient uniquement d'éclosions nouvelles le D.D.T. ayant le temps d'agir avant que les femelles soient en état de déposer leurs œufs, pourrait avoir un effet sensible pendant un temps appréciable, si les conditions pluviométriques étaient favorables.

Certains spécialistes ont émis l'hypothèse d'une action répulsive du D.D.T. Cela n'apparaît pas dans nos essais. Nous avons pu constater que les Mouches se posaient sur les surfaces traitées et ne restaient pas de préférence sur la mousseline de la cage. Les proportions de fruits infestés très importantes, respectivement 79 pour cent et 55 pour cent pour les traitements à 100 et 200 g à l'hl, assez peu différentes du témoin 80 pour cent, infirment dans ce cas l'action répulsive de l'insecticide. Il est encore intéressant de signaler que des contrôles de mortalité échelonnés dans le temps de 30' à 24 heures après le début de l'infestation font ressortir une action plus rapide pour le malathion et le dipterex que pour le parathion et à fortiori pour le D.D.T. Ainsi, comme le montre le graphique ci-contre, 2 heures après le traitement, on note, 5 pour cent de mortalité pour les mouches en contact avec les végétaux traités au D.D.T., 1,6 pour

cent pour celles restant sur les fruits traités au parathion, 40 pour cent dans le cas du dipterex, et 71 pour cent dans le cas du malathion. Enfin on n'a pu mettre en évidence le pouvoir de pénétration d'aucun des produits expérimentés.

GRAPHIQUE



2°) En ce qui concerne les larves vivantes, les effets sont dans l'ensemble moins nets que sur les mouches.

3°) On peut remarquer qu'aucun des produits utilisés n'a empêché complètement l'infestation des fruits, mais il faut noter que les conditions expérimentales représentent une infestation massive.

En conclusion ces expériences nous conduisent à préconiser l'étude pour des traitements généralisés contre la Mouche méditerranéenne des formules mixtes : D.D.T. - malathion ou D.D.T. - dipterex, associant un certain degré de persistance de l'un des produits à un effet de choc des autres.

Laboratoire de Phytopharmacie I.N.R.A., 6, rue des Caves, Sèvres (S.-et-O.).

Note reçue le 20 novembre 1957.

M. Ritter, *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 7, 73-80, 1958.

ESSAIS PRÉLIMINAIRES D'UTILISATION PRATIQUE DE LA CHLOROPICRINE DANS LA LUTTE CONTRE L'ANGUILLULE DES RACINES *Méloidogyne incognita* EN CULTURE MARAICHÈRE

Par M. RITTER

Les essais décrits montrent que la chloropicrine possède des propriétés nématicides intéressantes dans le cas étudié.

On observe en terrain lourd des augmentations de récolte qui ne s'expliquent pas par cette seule action. La couverture du sol par un papier imperméable après l'application ne donne pas d'effet significatif.

L'utilisation pratique de la chloropicrine est délicate en raison des difficultés de manipulation et de son action toxique sur l'homme, les animaux ainsi que sur certaines plantes.

HISTORIQUE

La chloropicrine ou trichloronitrométhane C Cl_3 NO_2 est un gaz lacrimogène qui fut utilisé à des fins militaires pendant la guerre de 1915-18 et fabriqué industriellement depuis.

De nombreuses recherches ont été poursuivies au cours des années 1920-1930 dans plusieurs pays pour trouver des utilisations industrielles ou agricoles à ce produit dont subsistaient alors des stocks importants. Les principaux usages agricoles résident, depuis cette époque, dans la lutte contre les vertébrés nuisibles vivant dans des terriers et les désinfections, dératisations, désinsectisations diverses de locaux, wagons, bateaux etc..., ce qui a permis de maintenir en France une fabrication. Cet emploi de la chloropicrine est d'ailleurs le seul autorisé actuellement. C'est une substance dont l'inscription au tableau A est parfaitement justifiée par des propriétés toxiques et suffocantes qui rendent sa manipulation difficile et dangereuse.

Cependant dès 1932 H.O. Johnson et G.H. Godfrey mirent en évidence des propriétés fongicides et nématicides du produit dont le

pouvoir insecticide était connu et avait été utilisé depuis longtemps. A la suite des travaux publiés en 1934-1935 par GODFREY et ses collaborateurs, concernant les modalités d'application (doses et revêtement du sol), son emploi pour le traitement des terrains contaminés par divers agents pathogènes nuisibles aux cultures s'est développé aux U.S.A.

En 1937 W. NEWHALL et col. étudient au Canada le problème des traitements nématicides sous serre au moyen de la chloropicrine.

Les doses utilisées par ces divers auteurs varient de 300 à 600 kg/ha ; ils constatent une destruction des nématodes en général bonne, mais parfois inégale et laissant subsister une légère infestation avec, çà et là, quelques plantes très infestées, ce qui témoignait d'une diffusion insuffisante.

Quelques rares publications mentionnent des essais nématicides à la chloropicrine au cours des années suivantes, jusqu'au moment où, en 1944 les découvertes des propriétés du DD, produit d'un emploi plus pratique, puis de celles du dibrométhane et du bromure de méthyle relancent et généralisent l'usage du traitement des sols par les liquides fumigants.

Dans des essais comparatifs (CHITWOOD & BUHRER 1945, MCFARLANE & MATSUMURA 1947) les doses efficaces se montrent plus élevées pour la chloropicrine que pour les autres fumigants, DD en particulier. Son pouvoir fongicide lui confère néanmoins un grand intérêt et elle est mentionnée au même titre que les autres substances dans les brochures officielles de vulgarisation des U.S.A. sans que son utilisation semble faire l'objet de mesures spéciales. Elle entre dans la composition d'un produit commercial classique le « Larvacide ».

L'utilisation de la chloropicrine en Europe est beaucoup plus récente ; elle s'est répandue depuis quelques années en Hollande et dans les Iles anglo-normandes, et les tonnages utilisés augmentent chaque année. En Hollande, BIJLOO, BROVENBOER & OOSTENBRINK montrent que la chloropicrine et le DD sont tous les deux efficaces vis à vis de *Heterodera rostochiensis,* l'anguillule des racines de la pomme de terre qui se montre aussi parfois très nuisible à la tomate, les deux produits donnent une protection de deux ans mais les doses utilisées sont considérables : 100 cc/m² (1954).

ESSAIS RÉALISÉS EN FRANCE CONTRE MELOIDOGYNE INCOGNITA

Devant l'intérêt suscité dans ces pays voisins pour l'utilisation de la chloropicrine malgré ses dangers d'emploi, nous avons entrepris une série d'essais de lutte contre différents nématodes phyto-

parasites au moyen de ce produit. Dans cette note, nous décrirons et analyserons les résultats d'une expérimentation réalisée en 1956 à Carpentras, (Vaucluse) contre l'Anguillule des racines; *Meloidogyne incognita.*

Nous avons voulu tester l'efficacité nématicide de la chloropicrine par rapport à celle d'un produit de référence (DD à 450 kg/ha) aux doses respectives de 300 et 600 kg/ha. Nous avons étudié en même temps deux types de couverture du sol après traitement; pour chaque dose, des parcelles ont été recouvertes durant les quinze jours suivant l'application d'un papier au polyéthylène tandis que les autres ont été simplement arrosées (5 litres d'eau au m²).

Nous avons également étudié l'influence de la nature du sol en effectuant deux expérimentations identiques : l'une sur une parcelle formée de sable presque pur et l'autre sur sol lourd et argileux, les deux terrains étant assez proches et semblablement exposés.

Les essais ont été conduits selon la méthode des blocs, chaque traitement comprenant 4 répétitions. Chaque parcelle avait une surface traitée de 10 m² (5 m × 2 m). Les applications ont été réalisées au moyen d'un pal injecteur à raison de 10 trous au m², durant la première quinzaine d'avril. On a planté, un mois après, sur chacune d'elles, 25 pieds de tomates rondes (variété St Pierre) disposées en « cabanes ».

Les résultats ont été estimés d'une part d'après les récoltes (nombre et poids des fruits) effectuées tous les cinq jours durant l'été et, d'autre part d'après l'examen des racines au moment de l'arrachage. Celles-ci ont été notées individuellement de 0 à 5 selon la règle suivante :

0 pas traces de galles

1 quelques petites galles de 1 à 2 mm de diamètre

2 nombreuses petites galles ou quelques galles moyennes (3 à 5 mm)

3 nombreuses galles moyennes ou quelques grosses galles (5 à 10 mm)

4 nombreuses grosses galles

5 racines déformées sur toute leur longueur

Cette notation correspond grossièrement au nombre de générations de l'Anguillule dans les racines de la tomate, comme nous l'avons vérifié par l'étude parallèle du développement du parasite dans les tissus végétaux. C'est-à-dire que l'on peut considérer les notes attribuées (ou leur moyenne) comme une échelle logarithmique de la population des nématodes dans les racines ; et on a pu les soumettre, sans transformation, à une analyse de variance normale.

Les résultats bruts de ces deux essais peuvent se résumer dans les deux tableaux ci-dessous :

TABLEAU

Action nématicide de différents traitements à la chloropicrine

1 - *Essai en terrain léger*

Traitements	Récolte tot. 4 parcelles	Nombre tot. fruits, 4 p.	Nbr. pieds survivants	Récolte par pied	Rendement ha, calculé	Note moy. infestation
Témoin	94,9	910	98	0,968	23 725	4,46
DD 400 l/ha	292,6	2793	97	3,017	73 162	0,34
Chloropicrine 600 kg/ha papier ...	327,3	2968	99	3,306	81 825	0,61
Chlorop. 600 kg liquide	335,5	2865	99	3,388	83 875	0,46
Chlorop. 300 kg papier	323,5	2676	96	3,369	80 875	1,09
Chlorop. 300 kg liquide	336,25	2767	98	3,431	84 062	1,10
p.p.d.s.				0,75		0,53

2 - *Essai en terrain lourd*

Traitements	Récolte totale	Nbre tot. de fruits pour quatre parcelles	Nbre pieds survivants	Récolte par pied	Rendement ha, calculé	Note moy. infestation
Témoin	121,4	1092	99	1,226	30 350	3,20
DD 400 l/ha	154,9	1352	99	1,565	38 737	1,73
Chlorop. 600 kg papier	229,7	1798	99	2,320	57 425	2,44
Chlorop. 600 kg liquide	214,3	1691	99	2,164	53 575	2,35
Chlorop. 300 kg papier	217,1	1658	96	2,261	54 275	2,65
Chlorop. 300 kg liquide	190,9	1629	99	1,928	47 737	2,78
p.p.d.s.				0,24		0,56

Les résultats des essais ont fait l'objet d'une analyse de variance qui a donné les chiffres indiqués ci-dessus comme plus petite différence significative, (p.p.d.s.) quant à l'estimation de l'efficacité absolue (note de racine) et de l'efficacité apparente (récolte moyenne par pied).

Les conclusions peuvent se résumer de la manière suivante :

1) *Efficacité absolue*

a) L'effet des différents traitements par rapport au témoin est dans tous les cas significatif.

b) Le DD se révèle toujours supérieur à l'ensemble des chloropicrines ; mais en terrain léger la note d'infestation est significativement plus faible pour le DD que pour les 2 doses de chloropicrine utilisées, tandis qu'en terrain lourd cette différence n'est significative que pour la dose faible de chloropicrine, la dose élevée se montrant comparable au DD.

c) A l'intérieur des différents traitements chloropicrine :
l'effet dose est toujours significatif
l'effet couverture papier n'est jamais significatif
l'interaction entre ces 2 effets n'est jamais significative.

2) *Action sur les récoltes*

a) Le témoin est toujours significativement inférieur à n'importe quel traitement.

b) Le DD donne des récoltes inférieures à celles de la chloropicrine. Mais la différence est non significative en terrain léger tandis qu'elle est importante et significative, pour les 2 doses de chloropicrine en terrain lourd.

c) A l'intérieur des traitements chloropicrine en terrain lourd :
l'effet dose est significatif
l'effet couverture papier est significatif
l'interaction n'est pas significative

En terrain léger : aucun de ces effets n'est significatif.

On observe donc une contradiction entre les deux actions étudiées ; les augmentations de récolte ne correspondent pas automatiquement à une diminution des attaques de nématodes et sont peut-être dues à une action stimulante de caractère physiologique de la chloropicrine.

On a donc cherché s'il était possible de corriger l'analyse des récoltes pour la régression de la note d'infestation, ce qui aurait permis de séparer les effets directs des traitements (effet physiologique) de l'action sur le parasite. Mais la régression calculée après avoir tenu compte des effets des traitements n'est pas significative, ce qui s'explique en partie par des cœfficients de variation élevés [1].

CONCLUSIONS PRATIQUES

Ces essais montrent que la chloropicrine est un produit intéressant du point de vue agricole dans les traitements des sols contre les Anguillules des racines du genre *Meloidogyne*.

Sans être aussi active que d'autres fumigants classiques, la chloropicrine a une bonne action nématicide aux doses utilisées qui

(1) Les calculs et interprétations statistiques de cet essai ont été effectués au Laboratoire de biométrie de l'I.N.R.A. à Versailles par mon collègue J. Arnoux, auquel j'exprime ici mes remerciements.

ne sont pas excessives (en raison de sa densité élevée, voisine de 1,68 ; une dose de 600 kg/ha par exemple correspond en fait à 360 l/ha). Elle a le grand avantage, (que ne possèdent pas la plupart des autres produits classiquement utilisés), d'avoir des propriétés fongicides sur divers champignons du sol et des propriétés herbicides vis-à-vis de plantes particulièrement difficiles à détruire comme les *Cyperus*.

Son action stimulante sur la végétation et sur les récoltes est considérable surtout en terrain lourd, elle est intéressante parce que très progressive ; en arrière saison les plantes ne se flétrissent pas mais présentent un renouveau de végétation qui n'est arrêté que par les premières gelées. La nature de cette action reste à préciser, elle peut provenir pour une part, de l'élimination d'un grand nombre d'ennemis de la plante insoupçonnés dans le sol. Elle peut être due à une modification de la microflore du sol comparable à celle observée pour d'autres nématicides. Il est possible aussi que la dégradation de la chloropicrine libère progressivement une quantité d'azote qui n'est pas négligeable sous une forme directement assimilable pour la plante ; (le produit se décompose très rapidement dans le sol, en 2 ou 3 jours il se transforme en chlorure de nitrosile qui évolue ultérieurement en nitrites puis en nitrates), mais les travaux de Stark, Smith et Howard (1939) infirment cette théorie.

Un tel facteur peut expliquer son action plus marquée et plus significativement liée à la dose en terrain lourd où le lessivage par l'eau d'irrigation est beaucoup moins fort. En terrain léger, au contraire, l'effet pesticide immédiat et les modifications de microflore agiraient principalement, mais là, des doses beaucoup plus faibles sont suffisantes.

Les doses pratiques d'emploi que l'on peut préconiser, compte tenu du coût élevé de la chloropicrine se situent donc entre 300 kg et 500 kg/ha (soit 180 à 300 l/ha selon la nature du sol infesté). Ces doses ne valent que pour les traitements nématicides, elles doivent être nettement majorées si l'on recherche une action fongicide.

CONDITIONS D'EMPLOI

Nous avons indiqué au début de cet exposé que la chloropicrine est une substance toxique, irritante et suffocante, ce qui lui a valu d'être employée pendant un temps comme gaz de combat.

Il convient donc de prendre un minimum de précautions lorsqu'on l'utilise, même à titre expérimental ; en particulier il est indispensable de porter constamment un masque comportant une cartouche de type « ARS à bande verte ».

Le stockage en récipients de verre n'est pas sans danger car ils peuvent se briser ; les récipients métalliques sont attaqués par les vapeurs très corrosives pour les métaux usuels(seul le cuivre résiste assez bien). La chloropicrine dissout d'autre part un grand nombre

de matières plastiques. Pratiquement le mieux est de la conserver dans des fûts métalliques spéciaux à tôle très épaisse.

Elle est très difficile à décomposer ou à détruire par voie chimique ; il existe des substances neutralisantes à base de soufre, mais le plus simple pour se débarasser d'un excédent non récupérable est de l'enfouir en terre.

Quand on traite des surfaces importantes il peut exister sur le champ ou à son voisinage des concentrations relativement élevées de gaz dans l'atmosphère, qui peuvent être dangereuses pour l'homme ou les animaux domestiques, ce qui interdira les applications trop proches d'une habitation. Des expérimentations purement toxicologiques devront indiquer les distances minima à respecter.

D'autre part, quand sa concentration dans l'air est importante, surtout en phase humide, le produit se montre très phytotoxique à l'égard de certaines plantes cultivées auxquelles il peut occasionner de graves brûlures, jusqu'à plusieurs dizaines de mètres, comme je l'ai constaté sur des fraisiers.

Ces diverses considérations interdiront certainement une commercialisation libre de la chloropicrine quand les précisions d'emploi indispensables auront été établies. Son utilisation ne peut s'envisager que par l'intermédiaire d'entreprises agréées, soumises à un contrôle constant des services officiels responsables. Ces entreprises devant bien entendu posséder le matériel d'épandage approprié et présenter les garanties techniques et l'expérience nécessaires.

Ces faits ont été précisés depuis, à la suite de deux expérimentations à grande échelle réalisées à la demande de la Commission pour l'emploi des produits toxiques en agriculture (N.D.L.R.).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bijloo J.D., Bravenboer L. & M. Oostenbrink 1954 — Grondontsmetting bij de Tomatenteelt ter bestrijding van het aardappelcystenaaltje. *Mededelingen Directeur van de Tuinbouw* 17 : 804-810.

Chitwood B.G. & E.M. Buhrer 1945 — Summary of soil fumigant tests made against the golden nematode of potatoes (*Heterodera rostochieesis* WOLL) 1942-1944 *Proc. Helm. Soc. Wash.* 12 (2) 39.

Christie J.R. 1945 — Some preliminary test to determine the efficacy of certain substances when used as soil fumigants to control root-knot nematode *Heterodera marioni. Proc. Helm. Soc.* 12 : 14-19.

Clayton E.E. & al 1941 — Soil treatment for tobacco plant beds. *Phytopath* 31 p. 6 (abstr.).

Godfrey G.H. 1928 — Chloropicrin as a soil fumigant. *Pineapple news* 2 : 202-3.

Godfrey G.H. 1934 — Control of soil fungi with Chloropicrin. *Phytopath.* 24 : 1146 (abstr.).

Godfrey G.H. 1934 — Increase efficiency of chloropicrin for Nematode control with better confinement of the gaz. *Phytopath.* 24 : 1332-1346.

Godfrey G.H. 1934 — The confinement of chloropicrin and other gases for fumigation purposes. *Phytopath.* 24 : 1366-1373.

Godfrey G.H. 1935 — Experiments on the control of the root-knot nematode in the field with chloropicrin and other chemicals. *Phytopath.* 25 : 67-90.

Goffart H. 1939 — Die Verwendung von chloropikrin bei der Nematoden bekampfung *Anz. Schädlingsk.* 15 : 121-125.

Harukawa C. & S. Kumashiro 1934 — Studies on fumigation with chloropicrin. *Berichte Ohara Inst. Landwirtschaftliche Forsch.* 6 : 407-430.

Howard F.L. 1943 — Treating infested tomato roots to obtain nematode control in greenhouses. *Phytopath.* 33 :6 (abstr).

Johnson M.O. & Godfrey G.H. 1932 — Chloropicrin for nematode control. *Indust. & Engin. Chem.* 24 : 311-313.

Korab J.J. & Bootovsky A.P. 1932 — Chloropicrine as a new remedy against beet nematodes. *Sci. Bull. Sugar. Ind. Kiew* 13 : 149-162.

McCallum D.W. 1953 — Soil sterilisation with chloropicrin. *N. Zealand J. Agric.* 86 : 237-240.

McFarlane J.S. & Matsumura M. 1947 — The effectiveness of DD as a soil fumigant in Hawaï. *Phytopath.* 36 : 39-48.

Newton W., Bosher J.E. & R.J. Hastings 1937 — The treatment of Glasshouse soils with chloropicrin for the control of *Heterodera marioni* (Cornu) Goodey and other soil pathogens. *Canad. J. Res.* 15 : 182-186.

Newhall A.G. & B. Lear 1948 — Soil fumigation for nematode and disease control. *Cornell Univ. Agric. Exp. St. Bull.* 850, 32 pp.

Nikitina F.V. & al. 1951 — Use of chloropicrine for the control of nematodes in protected ground. *Sad.-i-Ogorod* 9 :68.

Nissley C.H. 1953 — Larvacide used to control nematodes. *New Jersey St. Hort. Soc. News* 34 (5) : 2672.

Stark F.L. Smith J.B. & F.L. Howard 1939 — Effet of chloropicrin Fumigation on Nitrification and Ammonification in Soil. *Soil. Sc.* 48 : 433-443.

Institut National de la Recherche Agronomique, Laboratoire des nématodes, route du Cap, Antibes (A.-M.).

Note reçue le 20 mars 1957.

E. Knusli, *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 7, 81-92, 1958

NOUVELLES RECHERCHES SUR LES DESHERBANTS A BASE DE TRIAZINES

par Enrico KNUSLI

Au cours de recherches dans le groupe des dérivés de l'acide cyanurique, on a trouvé que la 2-chloro-4,6-bis-éthylamino-sym.-triazine est douée de remarquables propriétés herbicides. Aux mêmes dosages, cette substance, dénommée simazine, n'agit pas sur le maïs, les asperges, la vigne, certains arbrisseaux et les conifères, ce qui rend également possible son emploi comme herbicide sélectif. La 2-chloro-4-méthylamino-6-isopropylamino-sym.-triazine, la 2-chloro-4-éthylamino-6-isopropylamino-sym.-triazine et la 2-chloro-4,6-bis-isopropylamino-sym.-triazine présentent un champ d'action semblable. Lorsque le chlore est remplacé par un groupe alcoxy (méthoxy en particulier) les composés correspondants sont des herbicides non sélectifs.

Dans les plantes, les triazines actives, comme les uréides herbicides, empêchent la réaction de HILL. Dans *Coleus* on a pu mettre en évidence le blocage de la formation de l'amidon ; le cycle de l'assimilation doit être interrompu avant la formation des sucres. Le maïs, particulièrement résistant au traitement à la simazine et aux substances voisines, dispose d'un système fermentatif qui est capable de désactiver ces herbicides.

L'activité de ces triazines, liée à la présence d'une certaine quantité d'eau, dépend du pouvoir adsorptif du sol sur lequel elles sont appliquées. Quant au problème de la persistance dans le sol, des données expérimentales permettent de penser à une élimination véritable des triazines du type de la simazine.

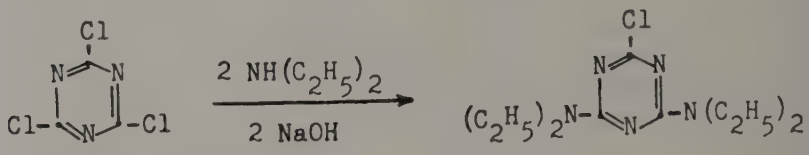
Lorsqu'un chimiste a le plaisir de s'adresser à d'autres chimistes et à des biologistes, il désire vivement expliquer le chemin qu'il suivit, quelles furent ses idées directrices et en quoi elles se révélèrent justes ou fausses. Cependant, il doit parfois, pour des raisons diverses, garder un petit peu du mystère qui entourait les laboratoires des premiers temps. En guise d'introduction, je ne peux donc vous dire, que de façon toute générale, quelles sont les possibilités qui s'offrent à l'attention du chimiste, s'il veut arriver à de nouveaux groupes actifs.

Tout d'abord, il peut partir de groupes connus, possédant déjà une action dans le sens désiré, et, en apportant de légères modifications à la structure moléculaire, tenter d'améliorer les propriétés préexistantes. Il peut aussi, partant de substances naturelles ou synthétiques douées d'une activité connue, parvenir à des composés

intéressants en opérant des variations de grand style qui mènent peut-être fort loin du point de départ. Il lui est loisible enfin, de préparer ou de choisir au hasard de nombreuses substances, dans l'espoir que les essais apporteront une indication utile sur le domaine d'emploi. Au point de vue statistique, ces trois méthodes de recherche comportent une probabilité de succès décroissante, mais en général, les progrès sont d'autant plus réjouissants que l'on a quitté les chemins battus.

C'est la seconde de ces méthodes de recherche qui nous mena aux désherbants à base de triazines.

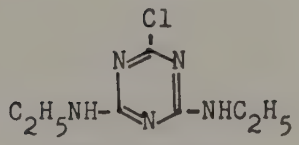
En faisant l'étude critique de la structure de divers herbicides connus à l'époque, nous eûmes l'idée de rechercher d'éventuelles substances actives dans le groupe des dérivés de l'acide cyanurique. C'est ainsi que nous avons préparé, entre autres, la 2-chloro-4,6-bis-diéthylamino-sym.-triazine qui est une huile stable et limpide; cette substance fut soumise aux épreuves biologiques (1).



G 25'804

Les essais montrèrent, sur de l'avoine, de la moutarde et des plantules de concombres, que la dose habituelle de 10 kg par ha n'empêchait pas la germination mais tuait les plantes au bout de 20 jours.

Cette substance, dénommée plus tard chlorazine, fut le point de départ d'un intense travail de recherche sur les triazines, domaine qui s'est révélé des plus fertiles. Je précise que plusieurs des substances mentionnées ici avaient déjà été décrites au point de vue chimique au moment où nous commençâmes nos recherches sur les herbicides. J'ajoute que le chlorure de cyanuryle, produit de départ, est facile à obtenir en gros et qu'il joue un rôle très important dans la fabrication de produits chimiques fort divers. D'innombrables dérivés peuvent être préparés à partir du chlorure de cyanuryle car sa molécule comprend trois atomes de chlore mobiles qu'il est facile de remplacer par des substances telles que les amines, les alcools et les phénols. Les trois atomes de chlore ne réagissent pas tous de la même façon ; on peut procéder à l'échange d'un, de deux ou des trois atomes de chlore selon les conditions dans lesquelles s'effectue la réaction; il est par conséquent possible d'introduire successivement divers restes.

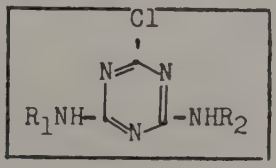


G 27692 ; SIMAZINE

Je vous indiquerai maintenant quelques-uns des aspects les plus importants de nos travaux. Nous constatâmes bientôt que le remplacement du chlorure de cyanuryle par des amines primaires, par exemple l'éthylamine, avait pour conséquence une forte augmentation de l'action phytocide (2), c'est-à-dire que la dose nécessaire pour tuer les plantes d'essai était considérablement plus faible. La 2-chloro-4,6-bis-éthylamino-sym.-triazine fut alors étudiée très à fond avec d'autres composés homologues ; il en résulta que cette substance convenait de façon remarquable comme herbicide général.

Les essais montrèrent également que la substance n'agissait pas sur le maïs, le millet, les asperges, la vigne, les rosiers, certains arbrisseaux, les conifères, ce qui rend possible son emploi comme herbicide sélectif. Désignée par le numéro d'essai G 27692 elle fut appelée plus tard simazine. Je reviendrai un peu plus tard sur quelques propriétés essentielles de la simazine, et M. D. Fouchard vous présentera la question sous son aspect biologique *.

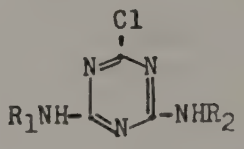
Il est évident que le chimiste s'intéresse aussi grandement aux substances situées, pourrait-on dire, à droite et à gauche d'un composé efficace. Je vous montre une petite partie du tableau groupant les substances que nous avons synthétisées.



R_1 ↓	H	CH_3	C_2H_5	$i\text{-}C_3H_7$	$n\text{-}C_3H_7$	$n\text{-}C_4H_9$ ← R_2
H	28273					
CH_3		28270				
C_2H_5	28279	28509	27692			
$i\text{-}C_3H_7$	30033	30026	30027	30028		
$n\text{-}C_3H_7$	28517	28510	28514	30451	27897	
$n\text{-}C_4H_9$	27906	30036	30037	30029	30038	28505

* L'exposé de D. Fouchard sera publié dans *Phytoma*.

Il serait simpliste d'étudier de la sorte *a priori*, sans autres indications, tout un groupe de substances. Mais l'action herbicide n'étant pas limitée à un seul produit, il fut nécessaire de préparer et d'étudier l'ensemble des composés analogues. Dans le cas particulier, les substances encadrées dans le tableau montrèrent qu'elles avaient un intérêt tout spécial. L'action herbicide de certaines substances voisines est également considérable, alors que pour d'autres elle diminue. Lorsque je parle de substances peu actives ou même inactives, il faut comprendre que cette notion n'est que relative et qu'elle ne doit pas être comprise dans son sens absolu ; en effet, nous avons choisi arbitrairement un critère très sévère. C'est ainsi que chacune des substances mentionnées ici possède, du moins dans certaines limites, un effet phytocide.



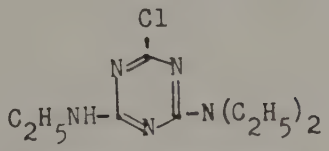
	R_1	R_2	Solubilité en H_2O à env. 20°	F
Simazine	$-C_2H_5$	$-C_2H_5$	5 ppm = 0,0005 %	225-227°
G 30026	$-CH_3$	$-i-C_3H_7$	260 ppm = 0,026 %	159-161°
G 30027	$-C_2H_5$	$-i-C_3H_7$	70 ppm = 0,007 %	173-175°
G 30028	$-i-C_3H_7$	$-i-C_3H_7$	8,6 ppm = 0,00086 %	212-214°

Je reviens aux produits G 30026, G 30027 et G 30028. Des conclusions finales à l'égard de leur efficacité, comparée avec celle de la simazine, seraient prématurées. Ils ont cependant des propriétés qui peuvent être considérées comme des avantages dans certains cas spéciaux.

Nous avons des indications qui montrent, par exemple, que le G 30026 et le G 30027 agissent plus rapidement que la simazine, en particulier dans des conditions climatiques sèches ; leur plus grande solubilité dans l'eau en serait la cause. Il semble également que ces deux produits agissent plus énergiquement contre *Convolvulus* et *Cirsium*. En contre-partie, la durée d'efficacité est moindre. La sélectivité pour le maïs reste inchangée. Le G 30028 possède également une nette efficacité contre *Convolvulus*. Nous avons en outre des raisons de penser que cette substance pourrait être utilisée comme herbicide sélectif dans des cultures de carottes, de céleris, de fenouils et d'autres ombellifères *.

* *Remarque :* Au moment de mettre sous presse, nous ajoutons encore que des essais effectués pendant la saison courante ont révélé que la simazine, étant particulièrement active en traitement de pré-émergence, est surpassée par le composé G 30027 dans la destruction d'une végétation préexistante.

La substance suivante jouit également de bonnes propriétés sélectives.



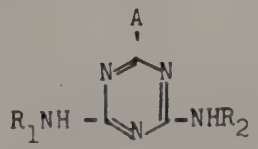
G 27901 ; TRIETAZINE
Solubilité en H_2O ; 20 ppm = 0,002 %

De nombreux essais faits en Suisse et aux Etats-Unis donnent l'espoir que le produit d'essai G 27901 pourrait être utilisé comme herbicide sélectif dans les cultures de petits pois, de tabac, de soya, de pommes de terre, de tomates, d'arachides. Pourtant cette sélectivité meilleure n'est obtenue qu'au prix d'une plus faible action herbicide.

Un autre aspect important de nos triazines actives peut être illustré par les 2-alcoxy-4,6-diamino-sym.-triazines. Si l'atome de chlore, dans les composés du type dont j'ai parlé plus haut, est remplacé par des groupes alcoxy, on obtient également des produits très intéressants.

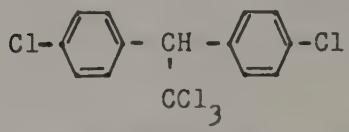
R : H, alcoyl

Le pouvoir herbicide diminue en général lorsqu'augmente le nombre des atomes de carbone du groupe éther-alcoyl. L'efficacité de ces substances semble correspondre à celle des composés chlorés analogues, car les substances suivantes furent retenues à la suite des essais en plein champ :

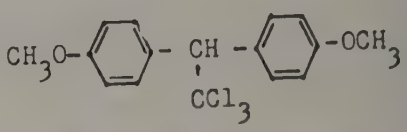


en comparaison A = Cl	R_1	R_2	A = OCH_3	solubilité en H_2O	F
Simazine	C_2H_5	C_2H_5	G 30 044	3200 ppm = 0,32 %	92-94°
G 30 026	CH_3	i-C_3H_7	G 32 292	3500 ppm = 0,35 %	105-107°
G 30 027	C_2H_5	i-C_3H_7	G 32 293	1800 ppm = 0,18 %	94-96°
G 30 028	i-C_3H_7	i-C_3H_7	G 31 435	750 ppm = 0,075 %	91-92,5°

Les dérivés méthoxy diffèrent des composés chlorés en ce qu'ils n'ont plus de sélectivité pour le maïs, le millet, etc. Vous constatez d'une part que la solubilité dans l'eau est beaucoup plus grande que ce n'est le cas pour les analogues chlorés. De plus, ces substances, contrairement aux analogues chlorés, sont aisément solubles dans les lipides ; il en résulte qu'il faut s'attendre à une action possible sur le végétal après pénétration de la substance active au niveau des feuilles. Nous verrons encore par la suite une autre possibilité d'interpréter ces faits. Les dérivés alcoxy agissent plus rapidement que la simazine, mais la durée de leur action est plus brève. Ces substances pourraient, dans certaines circonstances, être intéressantes dans des produits d'association pour le désherbage général. Il est très intéressant pour le chimiste de découvrir, également dans ce domaine, certaines similitudes d'action des substances portant des atomes de chlore ou des groupes méthoxy, de constitution identique par ailleurs. Je vous rappelle l'exemple bien connu des insecticides :

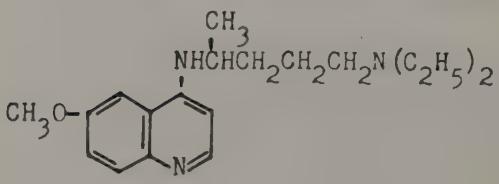


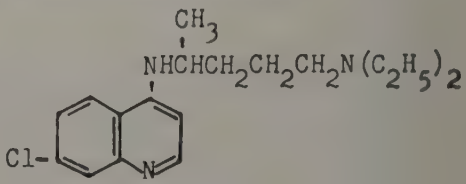
4,4'-Dichlorodiphényltrichloréthane
P. Müller Brev. Suisse 226180



4,4'-Diméthoxydiphényltrichloréthane
Méthoxychlore
J. R. Geigy A.G. Brev. Angl. 600655
E.W. Bousquet et A.H. Goddin Brev. Am. 2420928

Parmi les substances pharmaceutiques je mentionnerai :

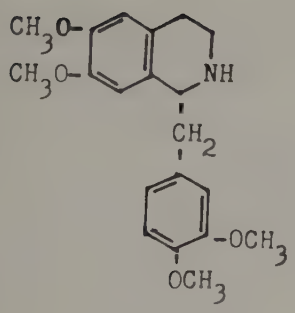




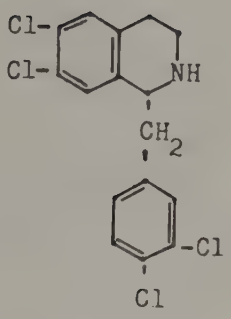
Chlorochine

H. Andersag, S. Breitner et H. Jung Brev. Allm. 683692
O.Y. Magidson et M.V. Rubtsov J. Gen. Chem. (USSR) 7, 1896 (1937) ; C.A. *32*, 5645 (1938)
N.L. Drake et al. Am. Soc. *68*, 1208 (1946)

exemple choisi parmi les substances antipaludiques, série dans laquelle l'école française, sous la conduite de Fourneau (3), arriva elle aussi à des résultats brillants, et enfin un deuxième exemple emprunté aux spasmolytiques :



Papavérine



Goldschmiedt et al. *M. 4*, 704 (1883) etc. S. Chiaravelli et M. Jorio *G. 86*, 1054 (1956)
A. Pictet et A. Gams *C.R. 149*, 210 (1909)

Mais revenons à la simazine. Voici, en bref, ses propriétés physiques. C'est une poudre blanche, dont le point de fusion est à 227° C. Sa solubilité est très faible :

dans l'eau	0.0005	%	=	0,5	mg/100 cm	=	5 ppm,
dans l'éther de pétrole	0,0002	%	=	0,2	mg/100 cm	=	2 ppm,
dans l'alcool méthylique	0,04	%	=	40	mg/100 cm	=	400 ppm,
dans le chloroforme	0,09	%	=	90	mg/100 cm	=	900 ppm.

La simazine est stable. L'atome de chlore est changé en groupe hydroxyle sous l'influence de bases et d'acides forts, surtout à haute température. L'efficacité herbicide du composé hydroxylé est très faible.

Quant à la toxicité de la simazine, la DL 50 aiguë est supérieure à 5 g par kg après administration *per os* à des rats, des souris, des poulets et des pigeons. La simazine n'irrite absolument pas la peau ni les muqueuses. Des essais d'alimentation à des rats sont en cours depuis quelque temps en Suisse et dans le *Hazleton Institute* (USA) afin de déterminer la toxicité chronique ; les résultats obtenus jusqu'ici permettent de conclure à l'innocuité du produit. Nous avons également effectué des dosages (analyses quantitatives) sur des feuilles, des tiges et des graines de maïs traité à la simazine ; nous n'avons jamais trouvé des valeurs supérieures à la limite de précision de notre méthode d'analyse (4), soit 0,1 ppm.

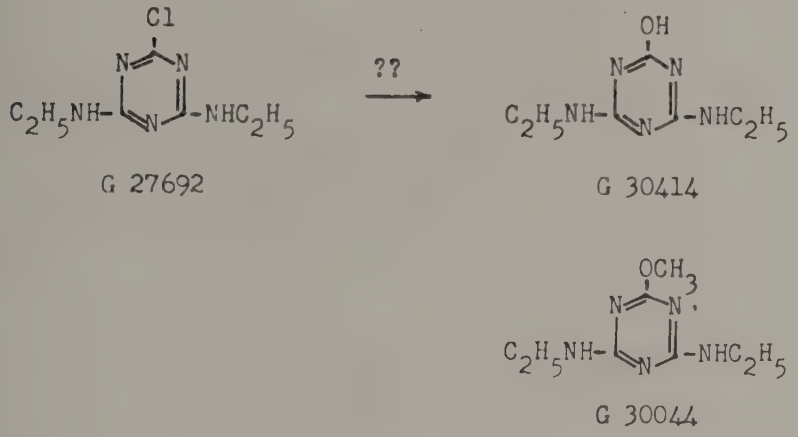
L'une des plus importantes questions qui se posait et qui, naturellement, nous intéressait beaucoup, était de savoir comment la simazine et les autres triazines apparentées pouvaient influer le métabolisme des végétaux. Si l'on songe que le 2,4-D a été utilisé depuis quelque 15 ans dans la pratique en quantités énormes, et que son mode d'action n'est pas entièrement connu, on ne peut pas s'attendre à ce que nous vous donnions pour les triazines une réponse

complète. Nous avons cependant déjà pu faire quelques observations intéressantes. Exer a trouvé que les triazines actives, comme les uréïdes du type CMU, sont susceptibles d'inhiber la réaction de Hill (5). On sait que la réaction de Hill se base sur la photolyse de l'eau dans les plantes. Hill découvrit en 1937 que les chloroplastes produisent de l'oxygène de façon continue en présence de la lumière et de sels ferreux. On constata plus tard (6) que les sels ferreux peuvent être remplacés par des colorants redox, de sorte qu'il est possible de faire une analyse quantitative colorimétrique. Or, Exer (7) montra que la simazine donnait une inhibition de 50 % dans les chloroplastes de l'épinard en présence de vert de Janus à la concentration de 7.10^{-7} M. Dans les mêmes conditions d'expérience, cette concentration est de 8.10^{-7} M pour la para-chloro-phényl-diméthyl-urée (CMU). Retenons pour la suite, que les chloroplastes du maïs montrent la même sensibilité. Il s'ensuit que la simazine doit agir très tôt sur le métabolisme végétal de l'anhydride carbonique. Ce résultat est confirmé par le fait que l'oxydase de l'acide dihydro-pyridine-nucléotide-diphosphorique n'est pas influencée par la simazine. La simazine agit donc de la façon suivante: elle bloque la transformation d'énergie lumineuse en énergie chimique, en d'autres termes elle empêche la formation des pyridine-nucléotides réduites. La plante perd de la sorte sa faculté d'assimiler l'anhydride carbonique. Le végétal ne fait que respirer, utilise ses réserves nutritives et meurt littéralement de faim. Le métabolisme déficitaire en oxygène fut mis en évidence par Roth chez *Elodea* (8).

Les travaux de Gast (9) vinrent confirmer ces vues. Il montra sur des plantes de *Coleus,* espèce caractérisée par une intense production d'amidon, que six jours après un traitement à la simazine, les feuilles ne contenaient plus du tout d'amidon. Le désherbant agit avant la formation du sucre, ce qui fut prouvé par l'expérience suivante : les feuilles de *Coleus* dépourvues d'amidon, mises à flotter dans l'obscurité sur une solution de saccharose à 0,115 M, formèrent de l'amidon même en présence de simazine.

Une deuxième question était de savoir pourquoi la simazine n'agit pas sur le maïs. Roth, comme il l'a publié dans les *Comptes-rendus* (10), montra que du jus de presse de plantules de maïs, possède la propriété de métaboliser la simazine. La simazine reste par contre à peu près inchangée dans le jus du blé. Il semble que le maïs doive posséder un système fermentatif qui, d'ailleurs, peut être inactivé à la chaleur. Cette observation n'est pas une contradiction au fait (que j'ai mentionné tout à l'heure) que les chloroplastes isolés du maïs sont aussi influencés par la simazine. Nous nous représentons les choses comme suit: la substance active qui pénètre dans la plante par les racines, est métabolisée dans l'organisme végétal avant qu'elle n'atteigne les chloroplastes. Nous cherchons actuellement à savoir quel est le système fermentatif qui entre en jeu et également

quelle est la nature du métabolite. On peut, par exemple, supposer que l'atome de chlore est remplacé par un groupe hydroxyle.



G 27692 G 30414

G 30044

Une réaction de ce type donnerait une troisième possibilité d'expliquer pourquoi le maïs est sensible aux dérivés alcoxy du type G 30044. En effet, un système qui peut transformer le chlore en groupe hydroxyle a très peu de chances de présider à l'hydrolyse d'un groupe méthoxy. Je répète cependant qu'il ne s'agit que d'une hypothèse. Nous espérons que les chercheurs américains qui travaillent avec de la simazine dans laquelle un atome de carbone est radiomarqué, pourront bientôt nous faire pénétrer dans le secret de ces phénomènes.

Nous nous intéressons naturellement aussi très vivement au sort de la simazine dans le sol. Des essais en grand sur les cultures subséquentes (11) ont montré que l'action de la simazine est limitée dans le temps. Les causes de ce phénomène peuvent être attribuées à divers facteurs : répartition de la substance active dans le sol, entraînement par l'eau, absorption par la plante, dégradation de la substance active en produit non actif. La simazine, comme nous l'avons vu tout à l'heure, est très peu soluble dans l'eau (5 ppm). En appliquant 5 kg par ha, il faudrait théoriquement une quantité d'eau correspondant à 100 mm de précipitation pour dissoudre la simazine ainsi répandue, mais à ce moment intervient un autre facteur : le pouvoir d'absorption du sol, pouvoir qui varie énormément selon le type de sol considéré. Nous avons remarqué que les sols qui jouissent d'un pouvoir d'absorption fort sont ceux du type riche en humus, argileux et riche en scories. On s'explique ainsi pourquoi la quantité

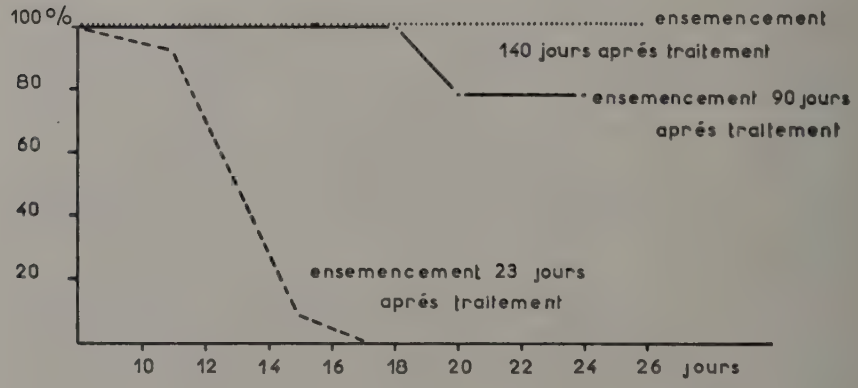
de substance active à appliquer doit être augmentée lorsqu'on veut détruire les mauvaises herbes poussant dans les sols de ce type. On démontre facilement les différences d'absorption des sols par l'essai dans le cylindre de lessivage. Après avoir fait passer l'énorme quantité de 200 mm d'eau en une seule fois au travers de la terre du cylindre, on ouvre ce dernier et la terre prélevée à différents niveaux est ensemencée avec *Sinapis alba*. Une faible quantité de simazine ne fut constatée, par l'intermédiaire de *Sinapis alba*, que dans un seul cas dans l'eau de lessivage de six différentes sortes de sol. Nous ne pensons donc pas que le lessivage joue un rôle important dans le cas de la simazine.

Mais dans l'essai suivant (12) nous pensons avoir trouvé des données qui permettent de conclure à une élimination véritable de la substance active.

Sol très riche en humus

Sinapis alba (10 mg simazine/litre sol)

% plantes vivantes en jours après ensemencement

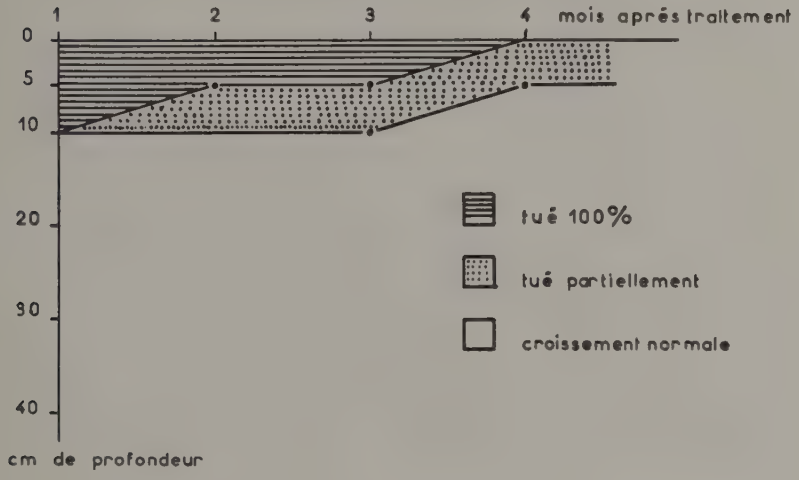


De la terre riche en humus fut traitée à raison de 10 mg de substance active par litre, puis placée dans des pots. Des graines de *Sinapis alba* furent alors semées et la mort des plantules observée. Ceci fait, la terre fut à nouveau bien mélangée et ensemencée encore une fois. Les pots furent arrosés de façon à éviter tout écoulement de liquide et par conséquent toute fuite du peu de simazine qu'il pourrait contenir. Les plantes de moutarde, ensemencées 23 jours après le traitement, étaient toutes mortes 17 jours plus tard, alors

que les plantes semées 140 jours après le traitement survécurent. Une autre expérience démontra des faits semblables.

Sol sablonneux et marneux pauvre en humus

Sinapis alba (5 kg simazine/ha)



De la terre faiblement humique, marneuse-sablonneuse fut mise dans dix cylindres de verre hauts de 50 cm ; la surface de cette terre fut traitée à la simazine, à une dose correspondant à 5 kg par ha. La surface fut arrosée chaque mois avec 40 mm d'eau. Deux des cylindres de terre furent pris chaque mois et débités en huit tranches de 5 cm d'épaisseur. La teneur en simazine de ces tranches de terre fut déterminée par ensemencement de *Sinapis alba*. Le graphique montre, qu'au bout d'un mois, toutes les plantes ayant germé dans les 10 cm de la couche supérieure furent détruites ; au bout de 2 et 3 mois, ce ne sont plus que les 5 cm supérieurs qui possèdent une action herbicide totale. Au bout de 4 mois, seule une partie des plantes sont détruites. Cette perte graduelle de l'efficacité, qui commence par le bas, nous semble indiquer de nouveau qu'il y a dégradation de la substance active. Nous n'avons pas encore pu isoler un micro-organisme spécifique qui serait responsable de cette dégradation. En outre il est possible que la simazine puisse être hydrolysée par voie purement chimique. Il est vrai qu'elle est très stable en milieu faiblement acide ou faiblement alcalin, mais on ne peut exclure la possibilité d'un effet catalysant des très nombreux sels métalliques du sol.

La simazine fut soumise, au cours des trois dernières années, à des essais très poussés dans les différentes régions de la Suisse. En 1956, aux Etats-Unis, de nombreuses stations d'essais et d'instituts de recherche l'étudièrent et, en 1957, leur nombre fut supérieur à 300. La simazine fut encore étudiée, non seulement en France, mais dans les Etats scandinaves, en Belgique, dans les Pays-Bas, en Italie, en Grande-Bretagne, en Allemagne, en Afrique du Sud, aux Indes, au Japon, en Australie, en Nouvelle-Zélande. Nous avons, de la sorte, une documentation extraordinairement riche, portant sur des résultats d'essais faits dans les conditions climatiques et les sols les plus divers ainsi que contre une grande variété de mauvaises herbes. Il est impossible qu'un seul produit puisse donner une réponse à tous les problèmes qui se posent, mais *l'ensemble* des résultats obtenus, dont la grande majorité sont commentés avec enthousiasme, nous ont autorisé à remettre ce produit aux praticiens, sans aucune hésitation. Nous savons cependant que seule la nature est notre maître. Jamais elle ne travaille de façon uniforme et ne se fixe à des formes pré-établies. On ne peut jamais appliquer de façon schématique et aveugle des substances actives, même étudiées à fond et cent fois éprouvées. C'est par son intelligence que l'homme les tiendra en mains. De nouvelles observations seront faites constamment, et nous n'aurons jamais fini d'apprendre. Je serais heureux que ce nouveau groupe de substances actives soit considéré sous cet aspect. Je vous le confie, persuadé que vous saurez l'examiner à la lumière de votre sens critique, et le juger avec compétence et impartialité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) A. Gast, E. Knusli et H. Gysin — *Experientia* 11, 107, 1955.
(2) A. Gast, E. Knusli et H. Gysin — *Experientia* 12, 146, 1956.
(3) E. Fourneau et al. — *Ann. Inst. Past.* 44, 503, 1930.
46, 514, 1931 etc.
(4) R. Delley — Lab. d'Analyse Geigy (Bâle) travail non publié.
(5) R. Hill — *Nature* 139, 881, 1937.
146, 61, 1940 etc.
(6) A.S. Holt et C.S. French — *Arch. Biochem.* 19, 368, 429, 1948.
(7) B. Exer — Experientia 14, 135, 1958
(8) W. Roth — Experientia 14, 137, 1958
(9) A. Gast — Experientia 14, 134, 1958
(10) W Roth — *C.R.* 245, 942, 1957.
(11) H. Grob — Lab. de Biologie Geigy (Bâle) travaux non publiés.
(12) A. Gast

Services de recherches, Société J.R. Geigy, Bâle (Suisse).

Conférence donnée le 19 février 1958.

INFORMATIONS

RÉUNIONS DE LA SOCIÉTÉ

Séance du mercredi 15 janvier 1958.

Présidence de M. l'Inspecteur Général VEZIN, Président de la Société.
Le Secrétaire Général présente les excuses de MM. DEMESMAY et TRUHAUT.

Il a été reçu une demande d'adhésion :
M. Roger DELORENZI, 8, rue de Provence, *Aix-en-Provence* (B.-du-Rh.) présenté par MM. THENARD et VIEL

et 4 demandes d'abonnement.

Le Président se félicite de constater que les demandes d'abonnement à notre Bulletin « Phytiatrie-Phytopharmacie », en provenance de l'étranger, se font de plus en plus nombreuses.

Il donne la parole à M. H. DARPOUX pour présenter la communication de MM. H. DARPOUX et M. ARNOUX sur les « *Actions du pétrole et de l'arséniate de plomb sur la tavelure et la septoriose du Poirier* ».

Depuis plusieurs années, quelques arboriculteurs de la Région parisienne utilisent le pétrole pour traîter leurs poiriers dans le but principal de combattre la tavelure. L'efficacité de ce produit étant fortement mise en doute par certains, le Groupement Régional d'Arboriculture Fruitière nous a demandé de bien vouloir entreprendre une expérimentation pour juger de sa valeur.

Au cours d'une enquête préalable, nous avons appris que le pétrole, utilisé à la dose de 0,5 %, était appliqué non pas seul, mais en mélange avec de l'arséniate de plomb. Nous avons donc décidé de comparer cette combinaison à chacun des produits séparés et à un produit de référence, le captane.

Les essais ont été réalisés au cours de l'année 1957 dans plusieurs vergers de la Région parisienne. Mais c'est seulement dans celui de la Station Centrale de Pathologie Végétale, à Versailles, que les attaques de tavelure ont été suffisamment importantes pour permettre d'obtenir des résultats significatifs sur cette maladie. Cependant, dans un autre verger, on a pu noter l'influence des traitements sur la septoriose. Les gelées printanières ayant détruit la récolte, il n'a pas été possible de faire des observations sur les fruits.

Les résultats obtenus montrent que le pétrole n'est pas dénué d'action sur les deux maladies du Poirier étudiées, mais son efficacité est cependant nettement inférieure à celle des fongicides classiques. De plus, on peut craindre sa phytotoxicité, au moins pour certaines variétés.

Ces essais ont par ailleurs eu l'intérêt de mettre en évidence une action fongicide très nette de l'arséniate de plomb. Cependant, les études devraient être poursuivies pour mieux connaître son intérêt pratique dans la lutte contre la tavelure et la septoriose du Poirier.

Au cours de la discussion qui suivit cette très importante et intéressante communication, de nombreuses précisions furent demandées aux auteurs, notamment sur le procédé utilisé par eux pour rendre homogène l'application de pétrole sur les arbres traités.

Notre Collègue M. BOY insista sur la difficulté de disperser d'une manière homogène le pétrole dans l'eau :

« Une émulsion doit être faite avec grand soin. La mise en présence d'eau, de pétrole et d'une faible quantité d'un tensio-actif anionique, sans recourir à une intervention mécanique donne des résultats incertains. Il est à considérer qu'une émulsion est un lait qui ne se dissocie pas.

« C'est ainsi que se présentent les dispersions aqueuses : latex naturels, synthétiques ou artificiels.

« Le pétrole, contenant des carbures hydrogénés est difficile à disperser en milieu aqueux. Dans son cas, il faut penser au *broyage colloïdal*, sans doute indispensable, en présence de tensio-actifs, les plus efficaces à cet égard étant les non-ioniques ».

M. Chaboussou présente ensuite un travail de M.P. Anglade, réalisé avec la collaboration technique de MM. J. Berjon et X. de Latour, et ayant pour titre « *Essais insecticides de plein champ contre les larves de Taupins (Agriotes sp.) nuisibles au Maïs dans le Sud-Ouest* ».

Déjà essayées avec succès en 1951 avec des moyens d'épandage rudimentaires, les méthodes de traitement sur la ligne de semis du Maïs contre les larves d'Agriotes ont été à nouveau expérimentées en 1957, sur 7 champs du département des Landes.

On a utilisé un matériel spécialement adapté : semoir muni d'éléments fertilisateurs pour l'épandage d'engrais sur la ligne ou à proximité de la ligne, ou dispositif de pulvérisation dans le sillon non encore refermé.

Sur des prairies nouvellement défrichées, les sondages réalisés au printemps montrent des populations variant de 500.000 à 2 millions de larves à l'ha.

Malgré ces populations parfois importantes, l'emploi des diverses méthodes de traitements sur la ligne de semis a toujours donné des résultats satisfaisants pour la protection des semis.

Les divers comptages de pieds effectués à plusieurs reprises permettent de tirer les conclusions suivantes en ce qui concerne les produits essayés :

— Le chlordane, à 1,5 et 1,75 kg PA pour 10.000 mètres de ligne, est insuffisant ;

— L'aldrine à 1 kg et l'heptachlore à 0,75 kg sont équivalents.

Enfin, pour faciliter l'épandage, il serait souhaitable de disposer de produits pulvérulents titrant au maximum 0,75 à 1 % de produit actif de manière à épandre au minimum 100 kg aux 10.000 mètres de ligne.

D'autres essais confirment l'insuffisance des enrobages, même avec utilisation de produits adhésifs, pour la protection des semis de maïs grain dans les conditions de culture du Sud-Ouest.

Séance du mercredi 19 février 1958.

Présidence de M. l'Inspecteur Général Vezin, Président de la Société.

Le Secrétaire général annonce que trois demandes d'adhésion et trois demandes d'abonnement sont parvenues au Secrétariat depuis la dernière réunion :

MM. Gagnard, 3, Place Félix Baret, *Marseille* (B.-du-Rh.), présenté par MM. Bouscharain et Renaud;

Joly Raymond, Ingénieur agronome, Ingénieur principal des Eaux et Forêts, licencié-ès-Sciences, Professeur à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, 14, rue Girardet, *Nancy* (M. et M.), présenté par : MM: Trouvelot et Vayssiere.

Juvin Pierre, Ingénieur agronome, Conseiller technique à la Société Phytochim, 46, rue du Bois de Boulogne, *Neuilly-s/Seine* (Seine), présenté par: MM. Trouvelot et Renaud.

Le Secrétaire général rappelle que la réunion mensuelle d'avril aura lieu à Nice, le mercredi 16 avril, à 20 h. 45, dans le cadre des manifestations du XV[e] Congrès International d'Horticulture.

Le Président donne la parole au Dr. KNUSLI, de la Société Geigy, de Bâle, qui présente une communication sur les « *Nouvelles recherches sur les désherbants à base de triazine* ».

Après avoir exposé des différentes méthodes de recherches de désherbants, le Dr. KNUSLI donne des précisions sur les diverses triazines où deux des atomes de chlore du chlorure de cyanuryle peuvent être remplacés par des amines substituées et, éventuellement, le troisième atome par un radical alkoxy.

Puis, il étudie la simazine : 2-chloro-4,6-bis-(éthyl-amino) triazine, ses qualités physiques (insolubilité, etc..) et herbicides. Il expose les hypothèses actuelles sur l'efficacité de la simazine qui serait due à une action sur la photolyse, inhibant le métabolisme de la plante tout en permettant sa respiration.

La résistance spécifique du maïs serait due à une destruction de la simazine par un composé présent dans les feuilles de maïs (communication de ROTH à l'Académie des Sciences). Ce composé empêcherait la simazine d'agir sur les chloroplastes du maïs qui, par ailleurs, sont aussi sensibles que ceux des autres plantes à l'action du produit.

Enfin, la destruction de la simazine dans le sol, toujours à l'étude, se vérifie expérimentalement. Elle varie suivant la nature des sols.

La parole est donnée ensuite à M.D. FOUCHARD, de la Société Le Fly-Tox, qui traite de l'« *Utilisation de la simazine en désherbage général et désherbage sélectif* ».

Après avoir indiqué les conditions optima de formulation et de traitement : pénétration du produit jusqu'aux racines, qualité des sols et leur état au moment du traitement, il expose les raisons du choix des dates et doses de traitement dans les différents cas.

En désherbage général : traitement sur sol aussi propre que possible, à la fin de l'hiver, à dose forte. Seules, résistent quelques vivaces à racines profondes (liserons, pissenlits) qu'un deuxième traitement, l'année suivante, élimine définitivement.

En désherbage sélectif du maïs : traitement avant, pendant ou après le semis du maïs, avec répartition égale du produit, soit sur toute la surface, soit en localisation dans certains cas. La pratique des binages peut être, sinon supprimée, tout au moins réduite.

D'autres applications sont possibles : sur Asperges, Arbres fruitiers, Pépinières de résineux, Vigne, Cultures florales, etc...

Ces deux communications étaient illustrées de projections.

En raison de l'heure tardive, le Président demande à M. ANSELME d'avoir l'obligeance de reporter à la séance de mars la communication qu'il devait faire sur les « *Carences et maladies cryptogamiques sur lin à fibres* ».

REUNION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU 19 FEVRIER 1958

Le Conseil s'est réuni le 19 février 1958, à l'Institut National Agronomique, sous la présidence de M. l'Inspecteur Général VEZIN.

Etaient présents : MM. BÉGUÉ, BOURIQUET, BOUSCHARAIN, CHABROLIN, CHOMETTE, CUISANCE, DESRUE, FABRE, GROS, GUILLEMAT, GUY, LHOSTE, MILLASSEAU, PAVOT, RAZET, REGNIER, RENAUD, TROUVELOT, VEZIN et VIEL.

Sétaient excusés : MM. CHABOUSSOU, DEMESMAY, DUFRENOY, TRUHAUT et VALETTE.

L'ordre du jour appelle l'élection du Bureau pour 1958.

Le Secrétaire général donne la liste actuelle des membres du Bureau qui se compose actuellement de :

Président	M. VEZIN
Vice-Présidents	MM. BOURIQUET
	DEMESMAY
	VIEL

Secrétaire général ..... M. Renaud
Secrétaire général adjoint M. Lhoste
Trésorier ..... M. Guillemat
Trésorier adjoint ..... M. Chomette
Membres : MM. Bégué, Chabrolin, Darpoux, Desaymard, Dumas, Razet et Truhaut.

Le Bureau actuel est réélu à l'unanimité.

Après avoir exprimé au Conseil les remerciements du Bureau, le Président donne la parole au Trésorier, M. Guillemat, pour la présentation de la situation financière.

Il résulte de cet exposé que la situation de la trésorerie de la Société s'est, jusqu'ici, maintenue en équilibre, mais les hausses qui se sont produites au cours des derniers mois sur le coût de l'impression, les fournitures de papeterie et les timbres-poste inquiètent le trésorier qui estime prudent de demander à la prochaine Assemblée générale une légère augmentation de la cotisation qu'il propose de porter à 1.500 francs dès la présente année 1958.

Après discussion, le Conseil accepte à l'unanimité cette proposition.

En conséquence, la cotisation pour 1958 est, dès maintenant, portée à 1.500 francs, sous réserve d'approbation par l'Assemblée générale.

Le Président demande ensuite aux rapporteurs des Prix du Comité d'Etudes Phytosanitaires de présenter les conclusions du Jury.

M. Viel et M. Guillemat présentent les dossiers des candidats.

Les deux prix du Comité d'Etudes Phytosanitaires pour 1958 seront attribués à :

— M. Bouron, du Service de la Protection des Végétaux ;
et — M. Louvet, de la Station Centrale de Pathologie Végétale de l'I.N.R.A.

L'ordre du jour appelle ensuite la préparation de l'Assemblée générale.

Aucune question particulière n'est portée cette année à l'ordre du jour de l'Assemblée.

Un tiers des membres du Conseil est soumis à réélection pour trois ans. Il s'agit de :

MM. Giban et Grison	Section « Zoologie »
Chabrolin et Limasset ..	Section « Pathologie et Physiologie Végétale »
Chomette et Viel	Section « Phytopharmacie »
Prat et Razet	Section « Chimie et Toxicologie »
Bouscharain et Marsais	Section « Protection des Végétaux de la France Métropolitaine »
Guy et Perret	Section « Protection des Végétaux de la France d'Outre-Mer »
Renaud et Rol	Section « Agriculture, Forêts, Produits et Matériel ».

Tous les membres sortant sont rééligibles et acceptent de se représenter aux suffrages de leurs collègues, à l'exception de M. Rol qui vient d'être nommé Directeur de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Nancy et qui a exprimé par lettre sa crainte de ne plus pouvoir assister comme il le désirerait aux séances du Conseil.

M. Rol suggérait de le remplacer par M. Joly, Professeur de Zoologie à l'Ecole des Eaux et Forêts. Les membres de la Société ont eu le plaisir d'entendre M. Joly venu, avec M. Rol d'ailleurs, leur faire une conférence sur les insectes parasites des forêts. La proposition de candidature de M. Joly est accueillie à l'unanimité par le Conseil.

Le Président donne aussi connaissance d'une lettre de notre collègue, M. Collomb, Rédacteur en Chef de Phytoma, qui regrette de ne pas pouvoir assister plus souvent à nos séances, étant de plus en plus retenu par ses occupations hors de Paris et met son siège à la disposition du Bureau de la Société

Le Président signale au Conseil que, lors de sa dernière séance, le Bureau avait exprimé le souhait de voir la Chambre Syndicale des Pesticides officiellement représentée dans notre Conseil et notre Bureau par son Président en exercice. La Chambre Syndicale est certes déjà largement représentée dans nos Conseils, mais l'appui qu'elle apporte à notre Société justifie de la voir elle-même présente dans nos organismes directeurs.

Le Conseil accepte la proposition du Bureau et décide de proposer aux suffrages des sociétaires la nomination de M. Borduge, Président de la Chambre Syndicale, comme membre du Conseil en remplacement de M. Collomb avec date de réélection en 1960.

Le Secrétaire général donne connaissance des projets en cours pour la constitution définitive du Comité Européen d'Etudes Phytosanitaires.

Il rappelle que la réunion mensuelle d'avril aura lieu le Mercredi 16 avril, à 20 h. 45, à Nice, dans le cadre des manifestations du XV[e] Congrès International d'Horticulture et que des Journées d'études sur les résultats obtenus avec les divers systèmes d'avertissements agricoles, accompagnées de visites de vergers et vignobles, auront lieu de Lausanne à Avignon dans la première quinzaine de septembre.

Les Commissions de la Société fonctionnent normalement et leurs Présidents ou Rapporteurs présenteront leurs rapports annuels à l'Assemblée générale.

RÉUNIONS DES COMMISSIONS

Commission de Normalisation des tests biologiques.

Séance du 18 décembre 1957

Présents : MM. Desaymard, Vice-Président, d'Aguilar, Bouscharain, Brebion, M[me] Bur, MM. Castan, Desrue, Garnier, Le Nail, Renaud, Thenard, Ventura et Lhoste, Secrétaire.

Excusés : MM. Guillemat, Guy, d'Ogny.

M. Lhoste fait part de la réponse qu'il fit au Dr. Potter, au sujet du procès-verbal de la Réunion de Hambourg. En effet, la Commission française désire centraliser les méthodes d'essais réalisées en plein air, laissant aux Anglais le soin de grouper la documentation concernant plus spécifiquement les méthodes de laboratoire. Il est entendu que les échanges les plus larges d'informations de toutes sortes seront faits avec les différentes Commissions Nationales en activité.

Traduction du rapport anglais présenté à Hambourg. — La traduction a été menée à bien par les membres de la Commission. La discussion du rapport sera entreprise à la prochaine réunion.

Méthode de dégustation des Pommes de terre — Cette méthode a fait encore l'objet d'échanges de vues. Deux points sont en litige :

a) le choix des dégustateurs;
b) la méthode d'analyse statistique des résultats.

Les dégustateurs doivent-ils être des personnes au sens gustatif très développé ou, au contraire, doivent-ils représenter le dégustateur moyen ?

La méthode d'analyse statistique sera étudiée la séance prochaine en prenant pour exemple des résultats présentés par des membres de la Commission.

Commission d'Etude de l'influence des traitements sur les Biocenoses

Procès-Verbal de la Réunion du 15 janvier 1958

Présidence de M. Trouvelot.

Présents : MM. d'Aguilar, Bessard, Biliotti, Bouron, M[me] Bur, MM. Cabane,

Chaboussou, Cairaschi, Delmas, Desaymard, Martouret, Regnier, Renaud, Trouvelot, Ventura et Lhoste, Secrétaire.

Excusés : M. le Doyen Fabre, MM. Benassy, Grison, Journet.

Le procès-verbal de la séance du 20 novembre 1957 est adopté à l'unanimité.

Ensuite, M. Lhoste signale qu'il serait intéressant d'inviter M. Cachan, de l'O.R.S.T.O.M., à venir exposer les travaux qu'il a réalisés sur les incidences des traitements chimiques sur la faune spontanée africaine, travaux réalisés en collaboration avec M. Houillier. M. Trouvelot approuve chaudement cette proposition, et une réunion sera organisée lors du séjour de M. Cachan dans la Métropole, au Printemps prochain.

La parole est ensuite donnée à M. Delmas qui traite du sujet suivant : « *Prédateurs des pucerons actifs lors des traitements* ».

Après avoir rappelé que les pullulations de pucerons causées par des traitements insecticides ne datent pas des organiques de synthèse, mais se sont déjà manifestées, notamment sur cotonnier à la suite de traitements arsenicaux, et se rencontrent actuellement après les traitements les plus divers, qu'ils soient dirigés contre les pucerons eux-mêmes ou d'autres insectes phytophages, M. Delmas passe en revue les principaux de leurs prédateurs et parasites.

Pour les Coccinelles, les plus efficaces sont celles qui présentent plusieurs générations annuelles et ne sont pas localisées à certains écosystèmes seulement. Leur hibernation à l'état adulte les met à même d'attaquer dès le printemps les fondatrices, mais, en raison de leurs grosses exigences alimentaires, leur reproduction ne peut intervenir avant que les populations aphidiennes soient déjà assez denses. A ce moment, le nombre de proies dévorées est énorme. Elles se déplacent très facilement à l'état adulte, ce qui permet leur réapparition assez rapide après traitement. Elles sont très sensibles à presque tous les insecticides, surtout s'ils sont peu volatils et persistants. Elles échappent, semble-t-il à certains endothérapiques.

Les Syrphides qui hibernent souvent à l'état de pupe paraissent assez tard et les adultes ne sont pas prédateurs. Ils n'ont donc pas d'action au début du printemps, mais leur voracité les rend ensuite très efficaces à l'état larvaire au milieu des colonies nombreuses. Les plus intéressants ont de nombreuses générations. Ils sont fort sensibles à la plupart des insecticides, mais ils échapperaient, eux aussi, à certains endothérapiques.

Les Cécidomyies aphidiphages sont moins voraces, à cause de leur petite taille, et ne s'attaquent guère qu'aux pucerons vivants serrés, mais elles sont alors presque toujours présentes. Seules les larves sont prédatrices. Il y a de nombreuses générations. L'hibernation se passe dans un cocon à l'état nymphal. Elles aussi sont très sensibles.

Les Chrysopes sont carnivores à tous les état, mais ne mangent pas toujours que des pucerons exclusivement. Les conditions de leur hibernation et le nombre de leurs générations varient selon les espèces.

Les Hémérobes, sont plus étroitement spécialisées sur une plante ligneuse déterminée, mais ont des caractéristiques analogues.

Certains genres de punaises Anthocoridae attaquent les pucerons d'arbres. Les adultes sont actifs dès le printemps, au sortir de leur hibernation. Tous les stades sont prédateurs. Il y a, dans certaines espèces, de nombreuses générations.

Certaines Miridae agissent de même, bien qu'elles hivernent généralement à l'état d'œufs. Leur localisation, sur certaines essences seulement, entrave les recolonisations après les traitements, toujours funestes pour elles.

Viennent enfin les Hyménoptères parasites comprenant tout le groupe des Aphidiinae et quelques Aphelinidae. Les œufs sont pondus isolément à l'intérieur du corps des pucerons. La larve n'en dévore qu'un seul et l'adulte n'est pas carnivore, mais la ponte commence tôt, dès la sortie de l'adulte de son cocon. Aussi, lors des printemps chauds, accélérant la ponte et le développement, une bonne efficacité peut être rapidement atteinte avant que la plupart des prédateurs n'interviennent beaucoup. Elle est incontestable, en particulier dans le cas de *Aphelinus mali* pour les régions méridionales. Les Hyménoptères adultes sont

toujours tués par les insecticides et les larves souvent, indirectement ou non, mais certains endothérapiques les épargnent cependant. Souvent localisées, leurs populations se renouvellent mal.

En conclusion, ce ne sont pas les gros mangeurs prédateurs qui sont les plus intéressants, parce qu'ils interviennent généralement après les dégâts. Les parasites qui pourraient freiner au printemps les pullulations en puissance sont très facilement détruits par les traitements, et, à long terme, dans les vergers traités ils ont souvent presque totalement disparu. Leur absence permet des pullulations rapides que ne peuvent alors freiner suffisamment les prédateurs. Elles entraînent des interventions de l'arboriculteur, qui doivent être multipliées anormalement à la suite des résurgences causées par la destruction des prédateurs.

Pour éviter ces conséquences de la lutte chimique, on a proposé des méthodes biologiques, très peu pratiques, ou cherché à atténuer ses effets sur les parasites et prédateurs par des aménagements du calendrier des traitements, la diminution de leur nombre et de leurs doses. La question n'est pas encore au point. Il semblerait plus pratique d'utiliser des corps plus sélectifs ,mais aussi peut-être pas trop brutaux. Un exemple de l'application de cette méthode va nous être donné par M. Chaboussou.

Cet exposé a été très schématisé, en particulier du fait qu'il ne tient pas compte de l'action indéniable des multiples hyperparasites, mais il peut être considéré comme une première approximation.

M. Trouvelot remercie vivement M. Delmas pour son brillant exposé. Celui-ci fera l'objet d'une publication ultérieure.

Le Président donne immédiatement la parole à M. Chaboussou qui expose l'état de ses recherches sur l'« *Importance d'Aphelinus mali dans le Sud-Ouest et les incidences des traitements chimiques sur son activité* ».

Cette étude fera également l'objet d'une publication.

M. Trouvelot félicite M. Chaboussou et ouvre la discussion générale.

M. Regnier rappelle que, dès 1920, il fut appelé à participer à l'utilisation d'*Aphelinus mali* pour lutter contre le puceron lanigère. Il fait part des échecs enregistrés en Normandie et voudrait savoir l'aire de dispersion actuelle de ce prédateur.

M. Biliotti répond que les renseignements sont encore partiels, mais que la carte de peuplement est en préparation.

M. Lhoste demande si la technique de lutte contre le puceron lanigère et qui consistait en l'épandage d'insecticides aux pieds des arbres envahis, était mise en œuvre. M. Chaboussou répond par la négative, aucun essai n'ayant été réalisé en France.

MM. Desaymard et Cabane désireraient que les expériences entreprises pour vérifier l'effet aphicide des produits soient complétées par l'examen des modifications éventuelles de la faune utile. M. Delmas approuve cette suggestion et insiste sur la nécessité de multiplier les lieux d'observation pour bien envisager le problème sous tous ses rapports. M. Biliotti souligne que le problème « fourmis » ne doit pas être ignoré.

M. Bouron précise que si des essais officiels ne comprennent pas d'observations sur les prédateurs, ces essais sont néanmoins réalisés le plus tôt possible afin de ménager les Syrphes et les Coccinelles, ainsi que le préconisait Raucourt.

Mais cette précocité des traitements ne résout pas tous les problèmes, selon M. Delmas : les Hyménoptères en effet sont détruits.

Il est impossible, en l'état actuel de nos connaissances, de ne pas sacrifier certains prédateurs, admet M. Lhoste. Ce qu'il faut savoir c'est quels sont ceux

qui peuvent l'être sans entraîner de graves répercussions sur les équilibres naturels, et cela, pour les diverses cultures. M. Chaboussou approuve et voit dans l'emploi des insecticides à action endothérapique, au moins pour les arbres fruitiers, une solution très intéressante aux problèmes qui préoccupent les membres de la Commission. M. Delmas approuve, à la condition que tous les pucerons ne soient pas tués. Il faut, en effet, qu'une certaine population subsiste pour permettre aux prédateurs de survivre. On pourrait envisager de conserver de telles souches sur des plantes-hôtes sans intérêt économique, suggère M. Regnier.

M. Trouvelot, en fin de séance, fait remarquer combien ces échanges de vues sont utiles, ne serait-ce qu'en posant des problèmes avec netteté.